

La Revolució Galileana: Telescopis i Llibres

Manuel Sanromà

Càtedra de Ciència i Humanisme

URV/Caixa Tarragona

Galileu Galilei

Pisa 1564 -
Florència 1642

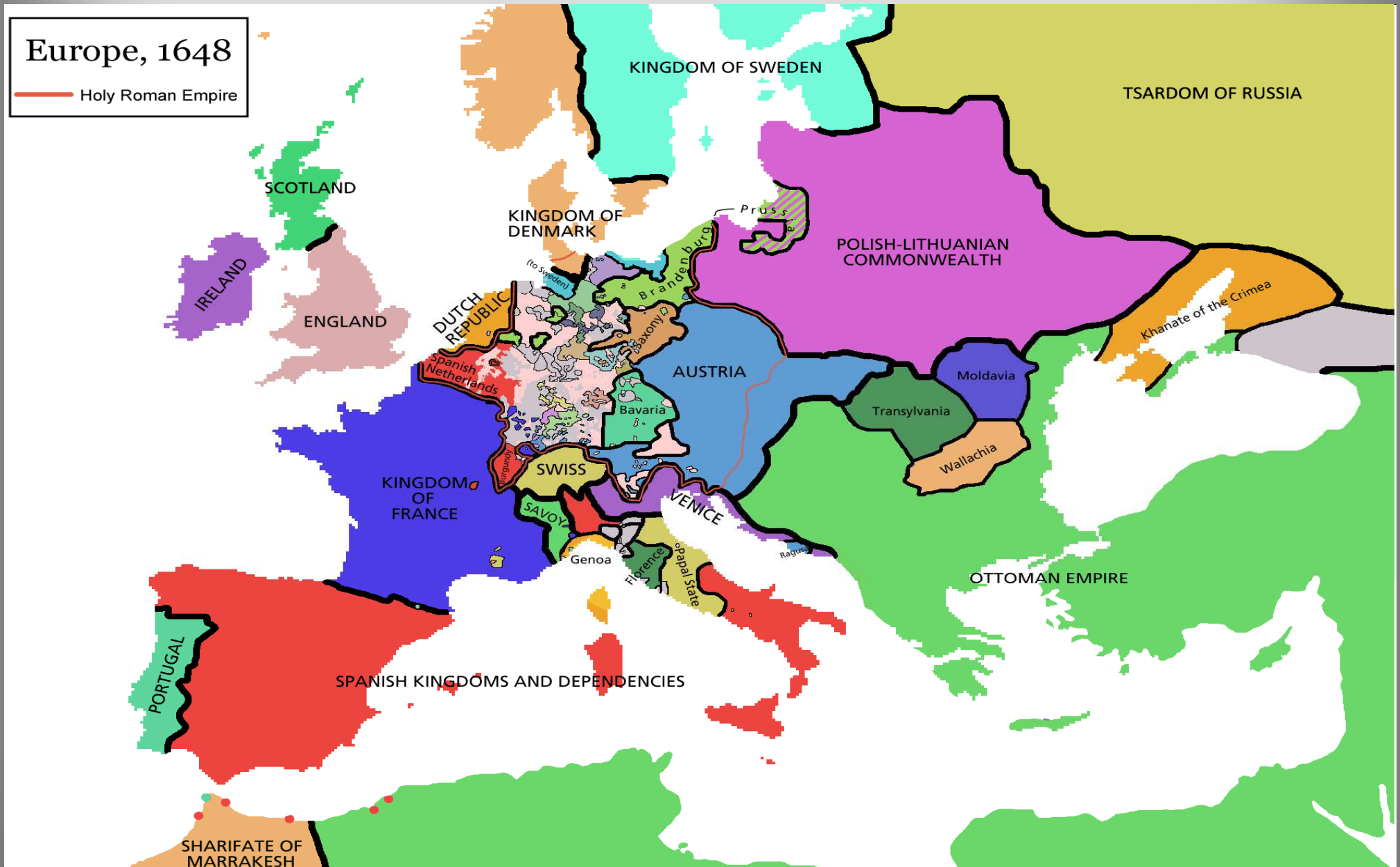


L'últim dels grans italians que coneixem pel nom i no pel cognom:
Dante, Leonardo, Rafael, Miquel Àngel,...

El món a l'època de Galileu

- El segle XVI és el de la Reforma (luteranisme, calvinisme, anglicanisme) i la Contrareforma (Jesuïtes 1540; Inquisició Romana 1542; Concili de Trent 1545-1563)
- És la culminació del Renaixement (Miquel Àngel 1476-1564); en la segona meitat Shakespeare 1564-1616, Cervantes 1547-1616.
- El 1553 els calvinistes cremen Miquel Servet; el 1600 la Inquisició romana crema Giordano Bruno
- L'octubre de 1582 entra en vigor la Reforma del Calendari Julià (pel papa Gregori XIII), impulsada per Christopher Clavius, astrònom jesuïta: l'any no té ni 365 ni 364.25 sinó 364.2425 dies (en realitat són 364.24219)
- Guerra dels Trenta Anys (1618-1648)
- *Last but not least*: dues supernoves! (1572-Tycho, 1604-Kepler)

La Europa de Galileu



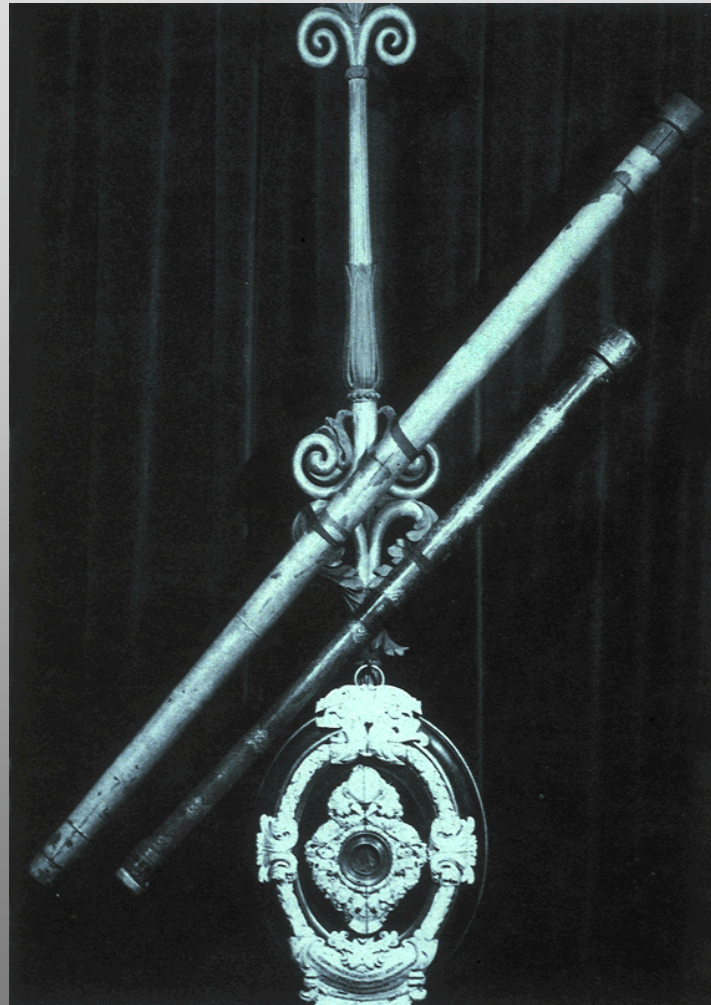
El Telescopi

- 1608 Oct: A La Haia, Hans Lipperhey demana una patent per una ullera de llarga vista.
- 1609 Maig: Galileu sent a parlar de l'invent holandès.
- 1609 Juny: Galileu construeix el seu propi telescopi de 3 augments
- 1609 Agost: Galileu presenta un telescopi de 8 augments al Senat de Venècia. El premien doblant-li el salari i amb una plaça fixa a la Universitat de Padua

Els telescopis de Galileu

**En va construir
de 3, de 10 i de 30
augments**

**Amb ells va fer
observacions que
van canviar el
món**



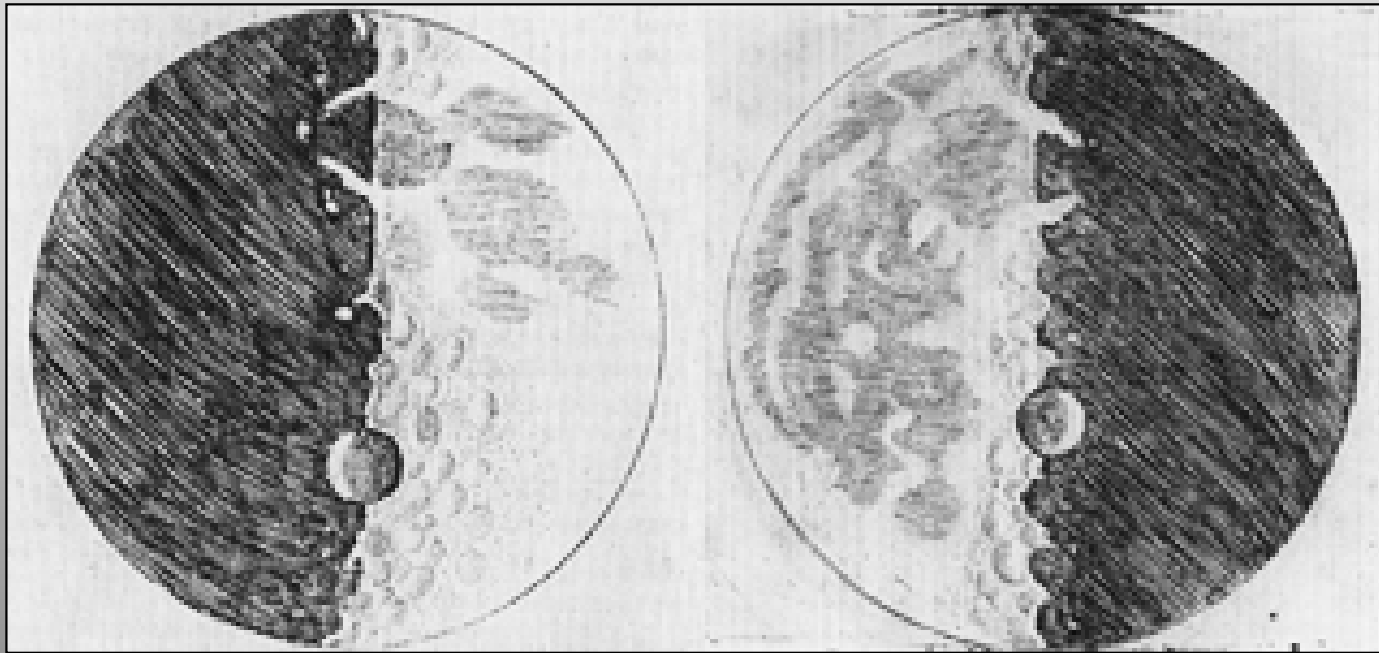
La Lluna

- 1609 Tardor: continua millorant el seu telescopi i comença a fer observacions astronòmiques
- 1609 Desembre: Observa la Lluna per primera vegada entre el 30 de Novembre i el 19 de Desembre.

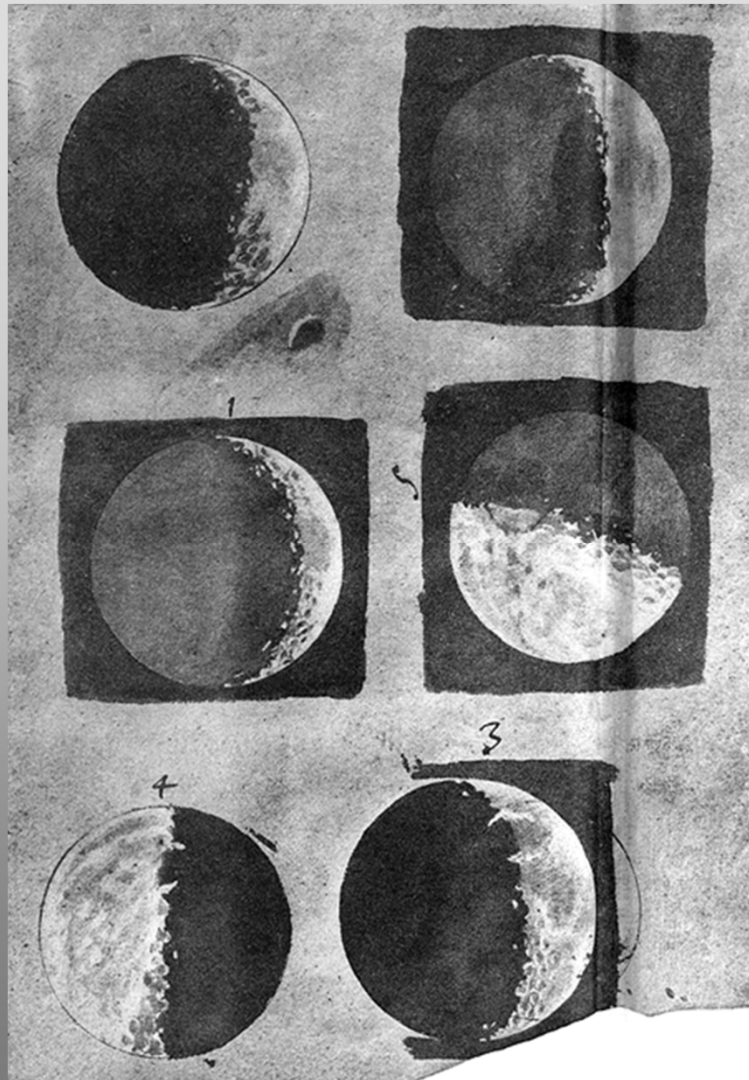
La Lluna

- Galileu va veure que hi havien muntanyes i cràters.
- Això contradeia la visió aristotèlica de que els cossos celests eren esferes perfectes.
- Va poder mesurar l'alçada de les muntanyes

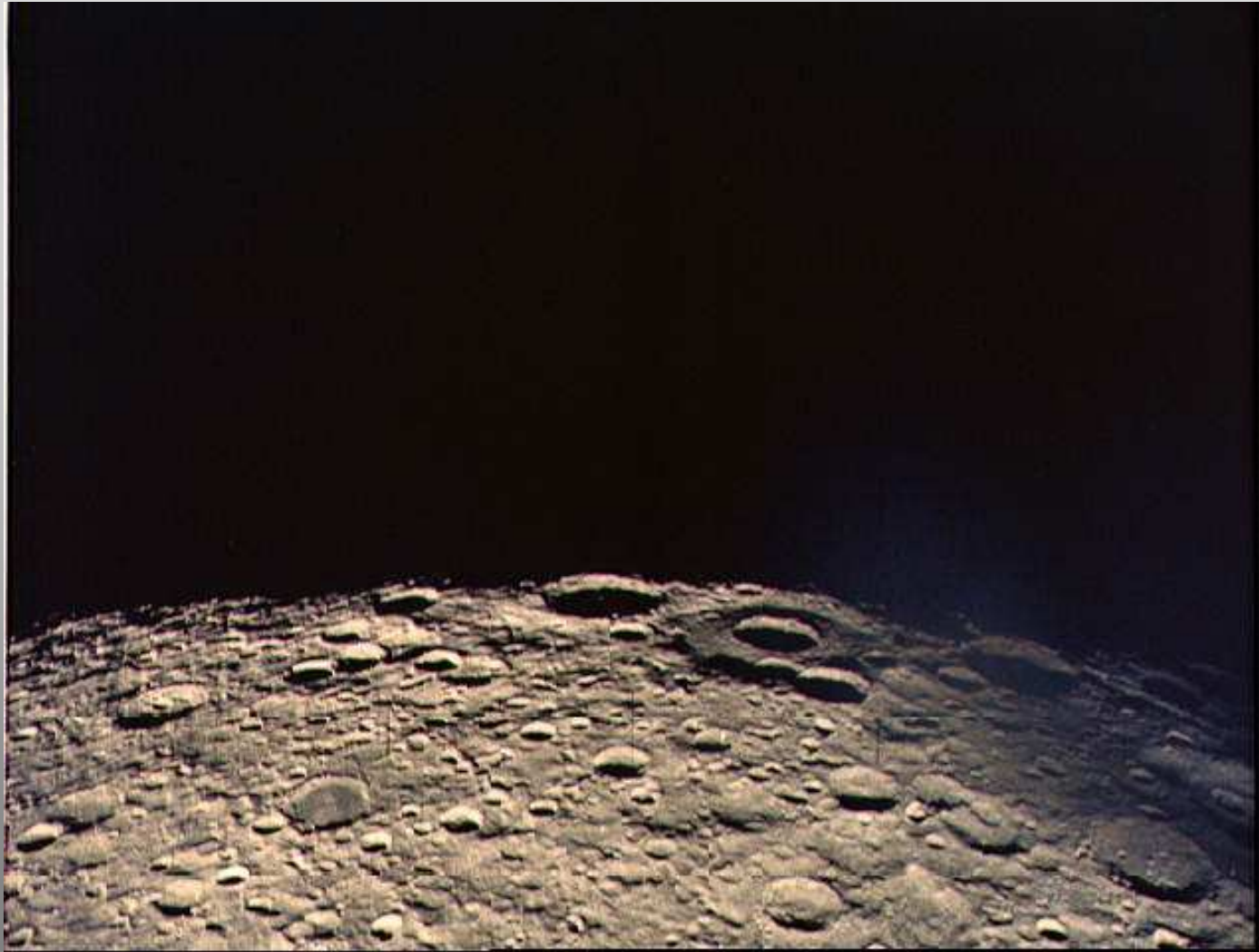
La Lluna tal com la va dibuixar Galileu



La Lluna tal com la va dibuixar Galileu

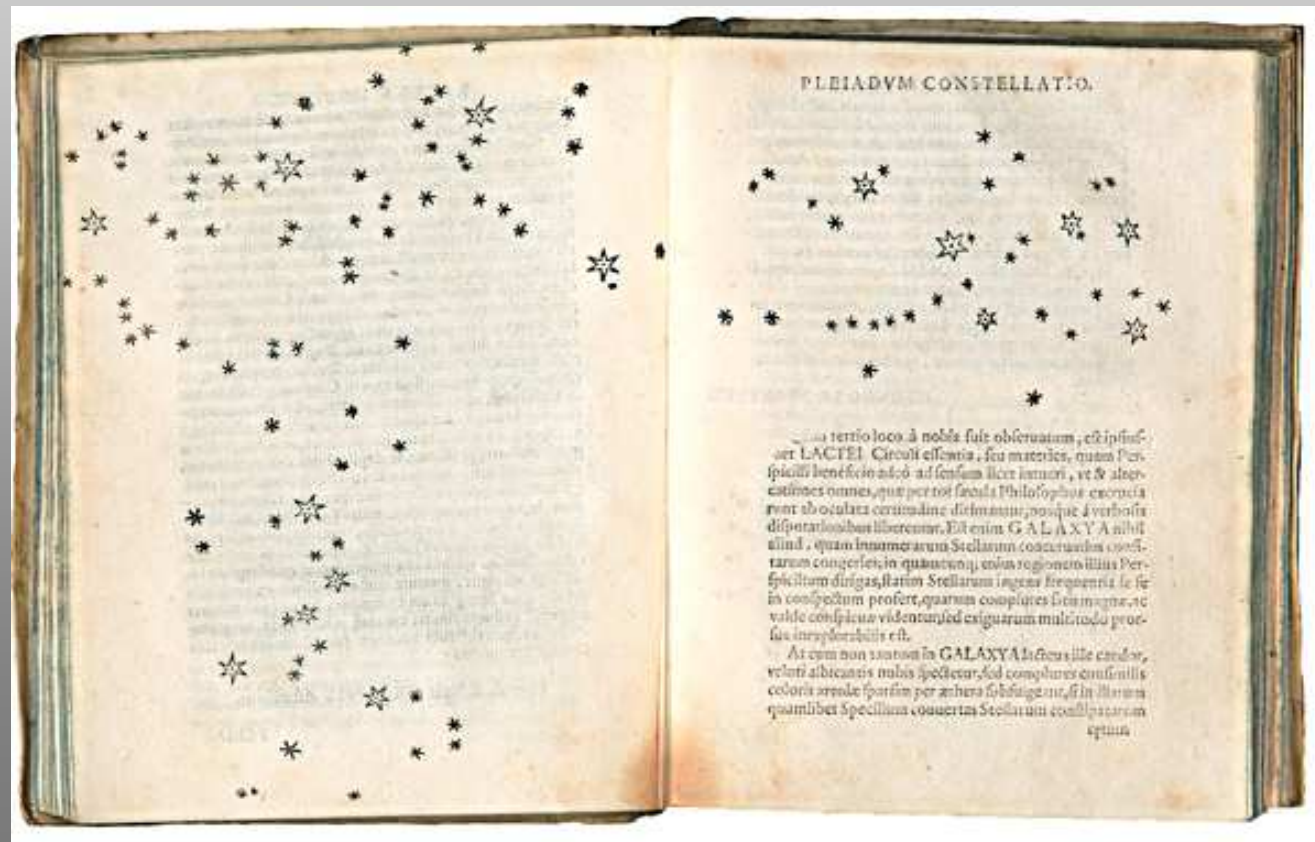


La Lluna des de Apollo 13



Amb el telescopi observa moltes més estrelles

Va veure que la grandària angular de les estrelles no canviava amb el telescopi respecte a l'ull nu: això indicava les immenses distàncies a que es trobaven



Les llunes de Júpiter

- 1610 Gener: El dia 7 Galileu observa tres estrelles brillants prop de Júpiter; el dia 15 ja sap que hi han 4 satèl·lits.

Les llunes de Júpiter

- Els 4 satèl·lits de Júpiter.
 - Una confirmació del sistema copernicà.
 - Contradicció amb el cel immutable dels grecs
 - Com encaixaven les esferes perfectes?



Observations Jupiter

20. Jan.

man H. 12

0 **

80. man

** 0 *

2. Jan.

0 ** *

3. man

0 * *

3. Ho. 5.

* 0 *

4. man

* 0 **

6. man

** 0 *

8. man H. 13.

* * * 0

10. man

* * * 0 *

11.

* * 0 *

12. H. 4. up.

* 0 *

13. man

* * 0 *

14. man

* * * 0 *

7	* * O *	17	* O *
8	O * * *	18	* O *
9	* * * O	19	* O * *
10	* * * O	20	* O * *
11	* * * O	21	* O * *
12	* * O *	22	* O * *
13	* O * *	23	* O * *
14	O * * *	24	* O * *
15	O * * *	25	* O * *
16	* O *	26	* O * *
17	* O *	27	* O *

Les llunes de Júpiter



Fotografiades per la sonda Galileo.

Cal publicar!

- 1610 Març: Publica a Venecia el *Sidereus Nuncius*, dedicat a Cosimo II, Gran Duc de Toscana.
Anomena als satèl·lits de Júpiter estrelles
Medicianes per buscar el favor del seu futur patró.
- 1610 Abril: Kepler escriu una carta de suport a les observacions de Galileu publicada a Praga,
Dissertatio cum Nuncio Sidereo .
- 1610 Juliol: Galileo obté una posició vitalícia de
Matemático sopraordinario dello studio di Pisa e Filosofo, e Matemático primario del Serenissimo Gr. Duca di Toscana.

Cosimo II, Gran Duc de Toscana (1590-1621)



El Missatger Sideri

(Març 1610)

- El Sidereus Nuncius (Missatger Sideri) descriu les observacions fetes amb els seus primers telescopis: per primera vegada algú observava el cel amb un instrument altre que l'ull.
- Aquestes observacions proporcionen les primeres evidències contra el sistema Ptolemaic.

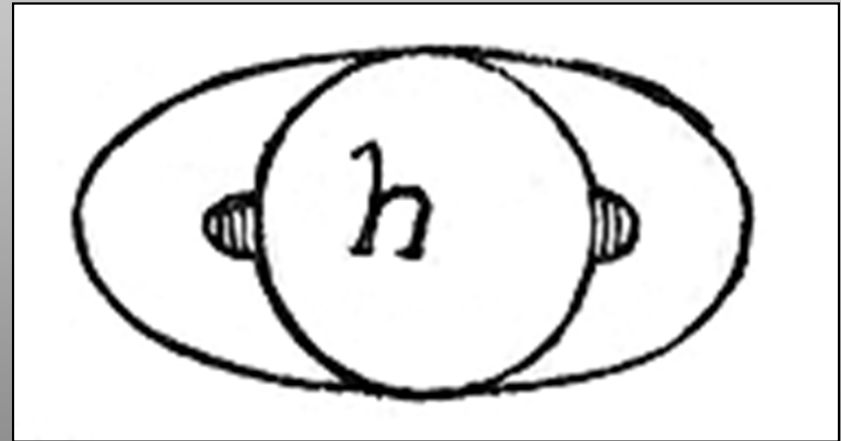
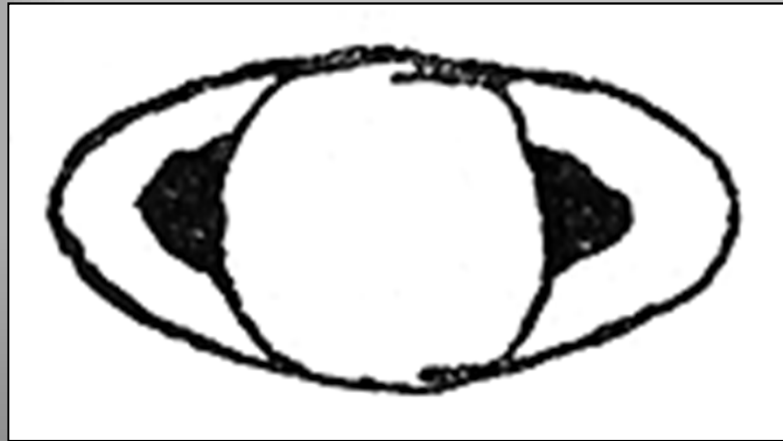
Kepler i Galileu

“I wish, my dear Kepler, that we could have a good laugh together at the extraordinary stupidity of the mob. What do you think of the foremost philosophers of this University? In spite of my oft-repeated efforts and invitations, they have refused, with the obstinacy of a gluttoned adder, to look at the planets or Moon or my telescope.”

Galileu

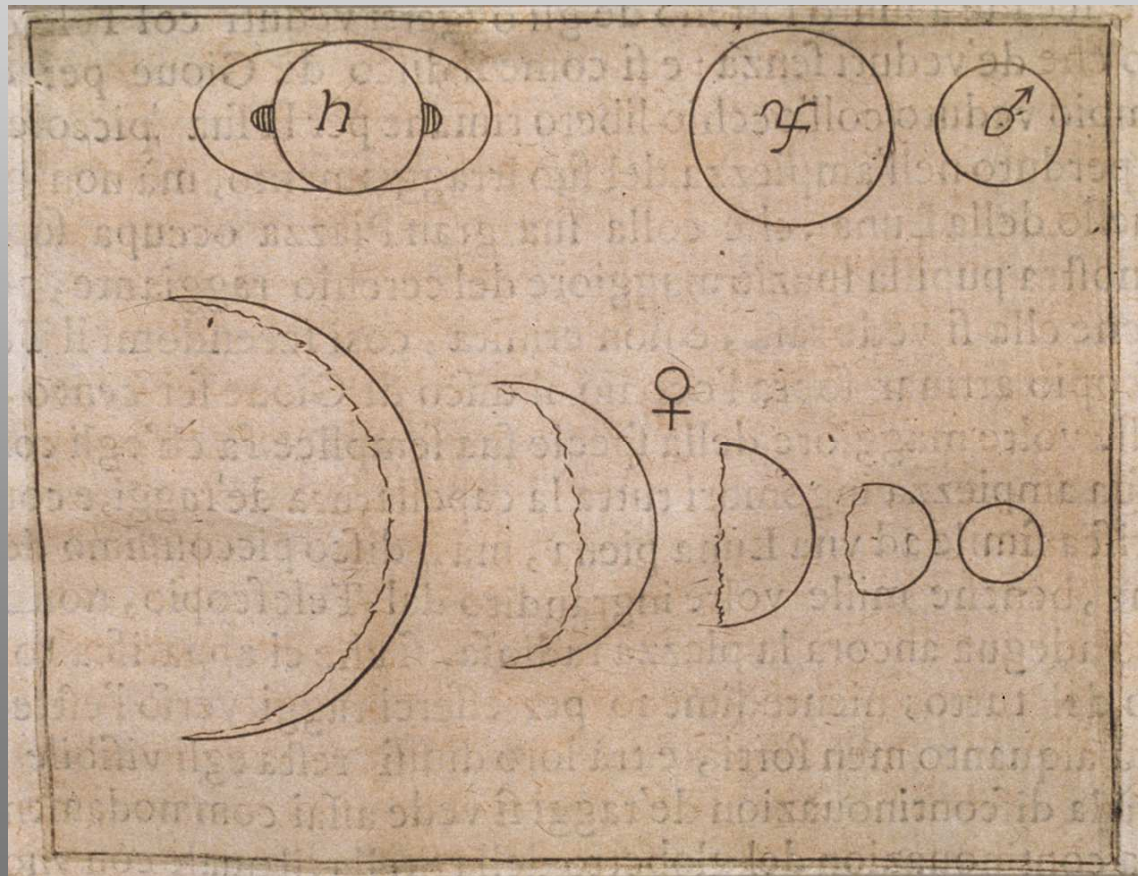
Saturn

Durant 1610 Galileu veu que la forma de Saturn era rara però no ho va saber explicar



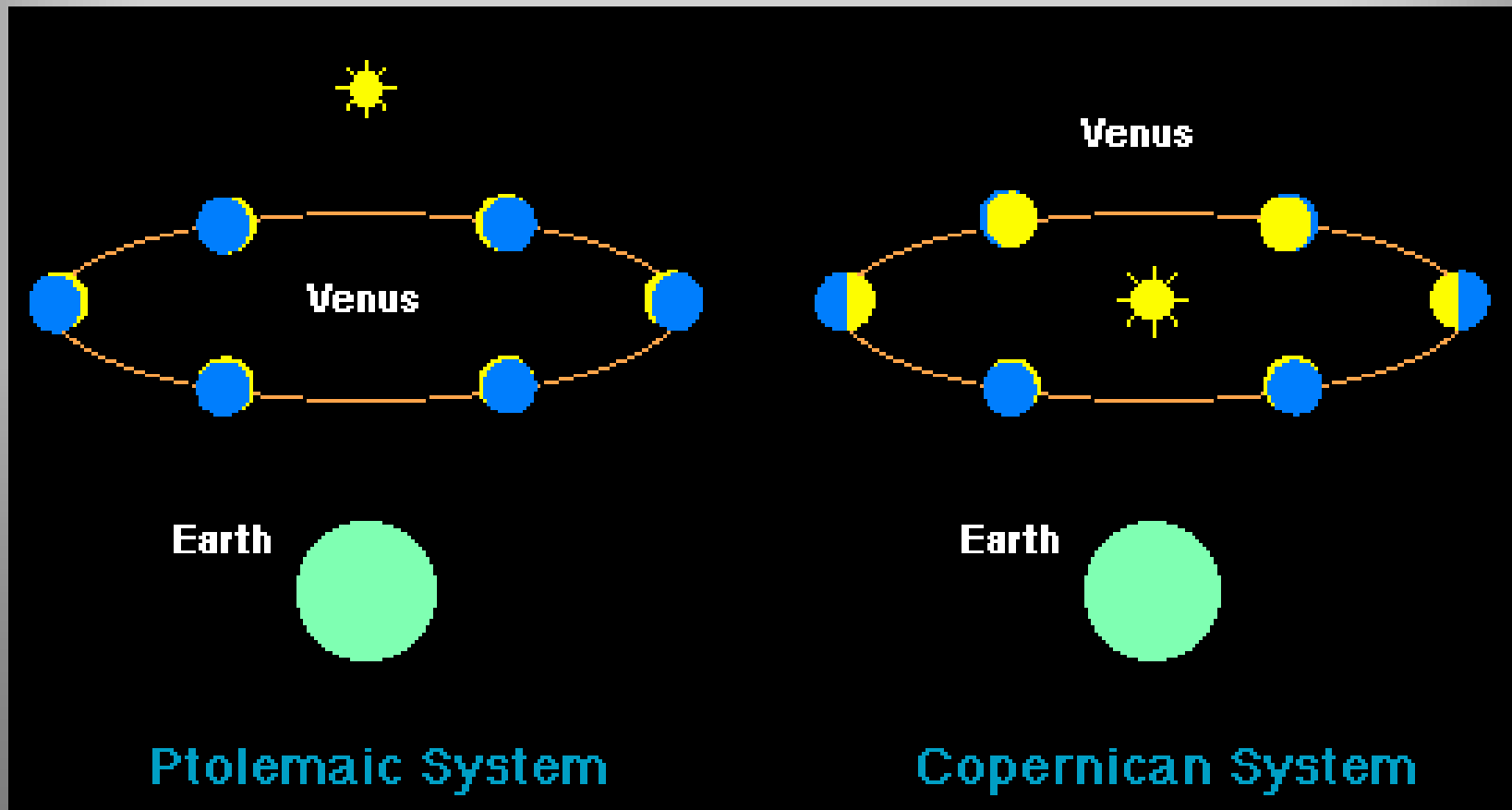
Venus

- Al Desembre de 1610 ja ha vist que que Venus presenta fases.
 - Va veure que Venus presentava a vegades una fase pràcticament plena.
 - **En el sistema ptolemaic no podia ser!**

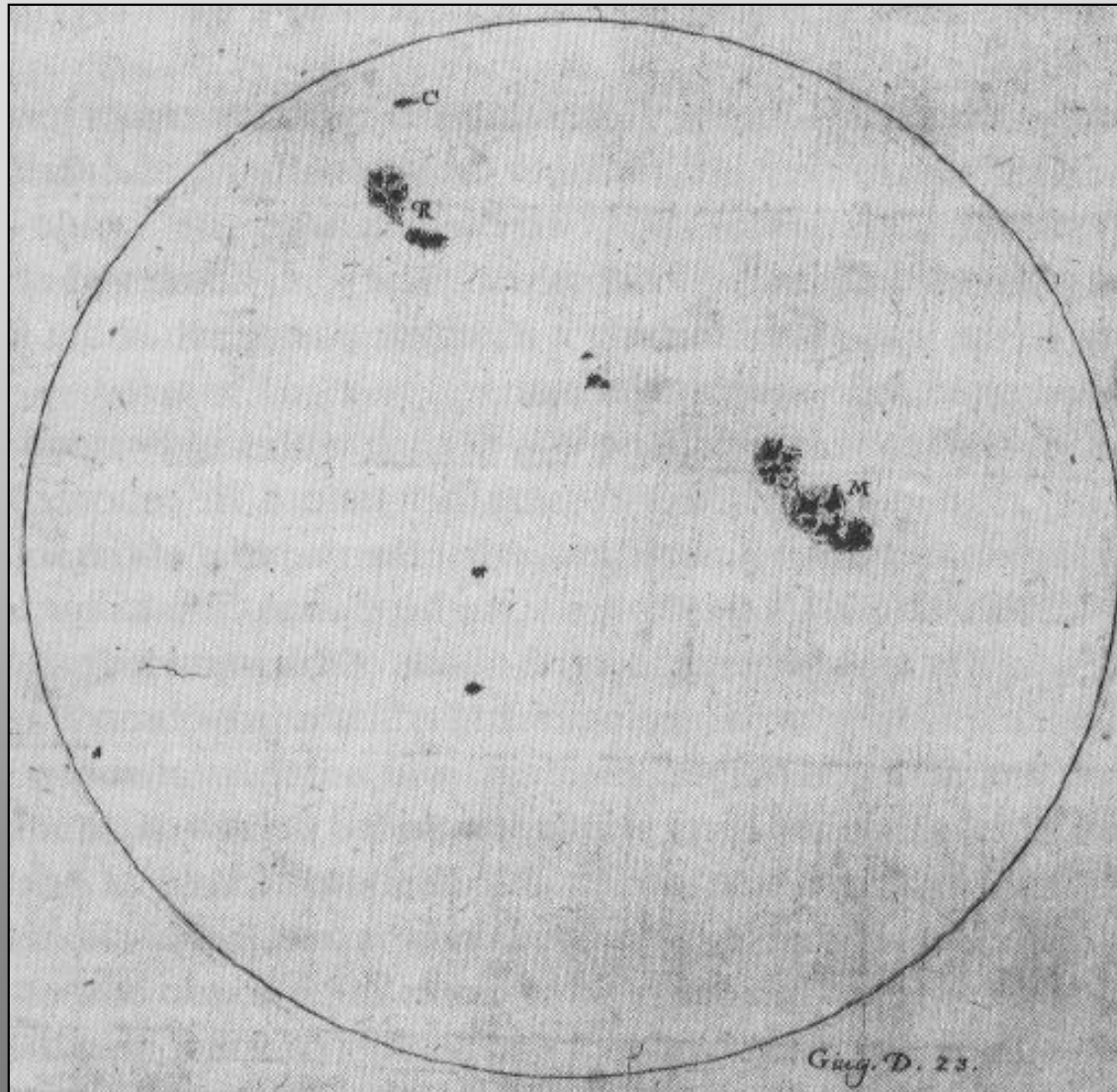


Les fases de Venus

Un argument contundent contra el sistema Ptolemaic



Dibuixos de Galileu de les taques solars



Se'n adona que les taques solars són com a núvols propers a la superfície del Sol i que giren amb ell, i no pas objectes que passen per davant i giren al seu voltant

Fama...i problemes

- El 1611 Galileu és una celebritat: ben rebut al Collegio Romano (Jesuïtes) i ingressa a l'Academia dei Lincei de Roma
- Alguns acadèmics li discuteixen les seves observacions; els dominics comencen a acusar-lo d'heretgia; el jesuïta Christopher Scheiner rivalitza amb ell sobre les taques solars
- Fins al 1616 les coses van raonablement bé. Els cardenals Bellarmino i Barberini el recolzen
- El Març del 1616 el *Revolutionibus* de Copèrnic entra a l'Index de llibres prohibits
- A partir d'aquest moment Bellarmino l'adverteix però Barberini el segueix recolzant
- El 1621 moren el Duc Cosimo, succeït pel seu fill de 10 anys (Cristina de Lorena regent) i Bellarmino
- L'Agost del 1623 Barberini esdevé Urbà VIII: d'aquí al 1632 quan publica el Diàleg es desenvolupa el nucli de l'*affaire* Galileu

(San) Robert Cardenal Bellarmino
S.J. Pare de l'Església
(1542 - 1621)



Cardenal Maffeo Barberini (més endavant Papa Urbà VIII) (1568 - 1644)

**Papa
(1623 - 1644)**



Obres de Galileu

- *La bilancetta*
- *Le mecaniche*
- *Le operazioni del compasso geometrico et militare*
- ***Sidereus Nuncius* 1610**
- *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* 1612
- *Historia e dimostrazioni intorno alle Macchie Solari* 1613
- *Lettera al Padre Benedetto Castelli* 1613
- *Lettera a Madama Cristina di Lorena* 1615
- *Discorso sopra il flusso e il reflusso del mare* 1615
- *Il Discorso delle Comete* 1619
- ***Il Saggiatore* 1623**
- ***Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* 1632**
- ***Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali* 1638**

Galileu autor

- Molta gent desconeix que el 1605 fou admès a l'Acadèmia de la Crusca, la primera acadèmia lingüística que elabora un Diccionari d'una llengua vernacular
- Molta gent desconeix que Italo Calvino, un dels literats italians més grans del segle XX, va afirmar que Galileu fou “il più grande scrittore della letteratura italiana di tutti i secoli”
- Molta gent desconeix que Galileu no és solament el pare de la Ciència moderna sinó el primer popularitzador de la mateixa

Historia e dimostrazioni intorno alle Macchie Solari (1613)

- Estableix correctament que les taques estan associades a la superfície solar i que per tant aquesta gira
- Hi publica la curiosa forma de Saturn i les fases de Venus (la més clara evidència contra el sistema Ptolemaic)
- És el primer escrit seu on es mostra clarament Copernicà.
- La rivalitat amb el jesuïta Christopher Scheiner li acabarà portant problemes

Lettera a Madama Cristina di Lorena (1615)

- Esdevindrà la Duquesa regent
- Galileo es sincera amb la Duquesa sobre la seva visió del món i la relació amb les Escriptures.
- La carta acaba arribant a mans dels Dominics que l'acusen obertament d'heretgia
- El 1616 el Copernicanisme és condemnat per l'Inquisició però Galileo és absolt (Bellarmino l'adverteix amistosament)

Lettera...

1. Distinció entre la fe i les qüestions físiques
2. La interpretació literal de la Bíblia pot portar a error
3. La Bíblia va ser escrita per a gent il·letrada
4. Si Déu ens va donar sentits, raó i intel·ligència és perquè els utilitzem
5. A Déu se'l coneix primer per la Natura i després per la doctrina

Lettera...

6. Si els autors de la Bíblia ens haguessin volgut ensenyar Astronomia no haguessin estat tant parcs en aquesta matèria
7. San Agustí va dir que la Astronomia no era necessària per a la salvació
8. **“La intenció de l’Esperit Sant es ensenyar-nos com es va al cel, no com va el cel”**
9. No tota interpretació de la Bíblia prové de la inspiració divina: Per tant no hem de creure aquelles interpretacions que van contra els sentits

Lettera...

10. Molts grecs ja havien proposat sistemes en que la Terra es movia
11. No es poden eliminar les idees eliminant els que les tenen

Lettera...

- En resum:
- 1.- El text bíblic fou escrit des de la mentalitat de la seva època i, per tant, quan parla de la *volta celeste* o usa d'altres metàfores ho fa amb les paraules del saber del seu temps
- 2.- L'Escriptura està il·luminada per l'Esperit, però no és cap tractat de física o d'astronomia, sinó un missatge moral de Déu per a la salvació. Per tant quan es discuteixen temes científics hem de limitar-nos a usar arguments racionals.
- 3.- La Teologia no té cap mena d'autoritat sobre la filosofia o sobre la ciència; de manera que ha de deixar llibertat de pensament.

Il Saggiatore 1623

- Tracta sobre la filosofia de la ciència i articula el mètode científic
- La ciència compren les observacions, el raonament i les matemàtiques
- Les matemàtiques són el llenguatge de la ciència

Il Saggiatore 1623

“La filosofia està escrita en aquest gran llibre contínuament obert davant dels nostres ulls (em refereixo a l’univers); però no la podem entendre si abans no aprenem a comprendre la llengua en què està escrit. Està escrit en llenguatge matemàtic i els seus signes són els triangles, cercles i altres figures geomètriques, sense les quals és humanament impossible entendre res; sense ells és com endinsar-se vanament en un laberint ben fosc”

Galileu

Il Saggiatore 1623

- Cal desprendre's del respecte cec per l'autoritat:
“No hem de jutjar el valor de les opinions d'un home pel nombre dels seus seguidors”
- Cal tenir una aproximació escèptica i no dogmàtica per entendre la Natura
- Els experiments han de ser repetibles

Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo 1632



Diàleg sobre els dos Grans Sistemes del Món (1632)

Aquest és el llibre que va provocar l'arrest,
judici, condemna i sentència a arrest
domiciliari de per vida de Galileu. Pocs
llibres han generat tanta literatura...

Diàleg...

- És una discussió imaginària entre tres personatges:
- **Salviati** – Un intel·lectual que representa al mateix Galileu
- **Sagredo** – Un ric noble que busca la veritat
- **Simplici** – Un filòsof aristotèlic que li posa els arguments a Salviati perquè aquest els refuti (sembla que el Papa s'hi va veure reflectit)

Diàleg...

- Discuteixen en el període de 4 dies els arguments a favor i en contra dels sistemes Ptolemaic i Copernicà
- Ha esdevingut un clàssic de la literatura italiana

4 dies

- Primer: discussió sobre els dos sistemes
- Segon: sobre la rotació diària de la Terra
- Tercer: sobre la revolució de la Terra al voltant del Sol
- Quart: sobre les marees (argument equivocat de que són degudes al moviment de la Terra)

“And who can doubt that it will lead to the worst disorders when minds created free by God are compelled to submit slavishly to an outside will? When we are told to deny our senses and subject them to the whim of others? When people devoid of whatsoever competence are made judges over experts and are granted authority to treat them as they please? These are the novelties which are apt to bring about the ruin of commonwealths and the subversion of the state.”

[En un marge de la seva còpia del Dialogo].

Galileo

“Take note, theologians, that in your desire to make matters of faith out of propositions relating to the fixity of sun and earth you run the risk of eventually having to condemn as heretics those who would declare the earth to stand still and the sun to change position -- eventually, I say, at such a time as it might be proved that the earth moves and the sun stands still.”

Galileo

Dialogo

***Discorsi e dimostrazioni
matematiche intorno a due
nuove scienze attenenti alla
meccanica e i movimenti locali
1638***

- És el seu testament científic
- Redactat en captiveri i publicat a Holanda
- Els mateixos personatges que en el Dialogo
- Es el precedent dels Principia

Galileu: E pur si muove!

La veritable Revolució Galileana és la popularització de la Ciència: es fa amb instruments que aporten dades repetibles i s'escriu en la mateixa llengua amb la que vivim.

No té ni la destresa metodològica de Bacon, ni el bagatge filosòfic de Descartes, ni la meticulositat de Kepler ni l'aparell matemàtic de Newton, però és el més “humà” de tots.

És el gegant sobre les espatlles del qual es construeix la Ciència tal com la coneixem.